

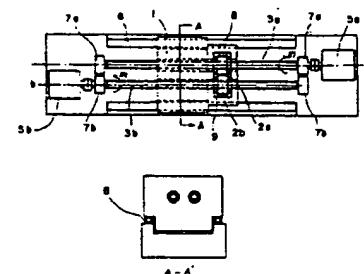
JP 405187150 A  
JUL 1993

## (54) DIFFERENTIAL WEIGHT SHIFT VIBRATION CONTROL DEVICE

(11) 5-187150 (A) (43) 27.7.1993 (19) JP  
(21) Appl. No. 4-2139 (22) 9.1.1992  
(71) HITACHI LTD (72) JIRO ITO  
(51) Int. Cl<sup>s</sup>. E04H9/02, F16F15/02

PURPOSE: To smoothly shift a weight with a high response.

CONSTITUTION: In an active mass damper controlling the vibration of a medium/high-story building by wind or an earthquake via the amplitude shift of a weight 1 installed in the medium/high-story building, at least two motors 5 are provided, and two motors 5 are invariably rotated in the fixed direction without being reversed. The shift direction of the weight 1 is changed by the magnitudes of their rotating speeds, the shift quantity of the weight 1 is changed by the absolute value of the difference between the rotating speeds, thus the weight 1 is smoothly shifted with high response.



10: A-A' cross section

**This Page Blank (uspto)**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-187150

(43)公開日 平成5年(1993)7月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

E 04 H 9/02

F 16 F 15/02

識別記号 庁内整理番号

3 4 1 9024-2E

A 9138-3J

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平4-2139

(22)出願日 平成4年(1992)1月9日

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 伊藤二郎

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日  
立製作所土浦工場内

(74)代理人 弁理士 秋本正実

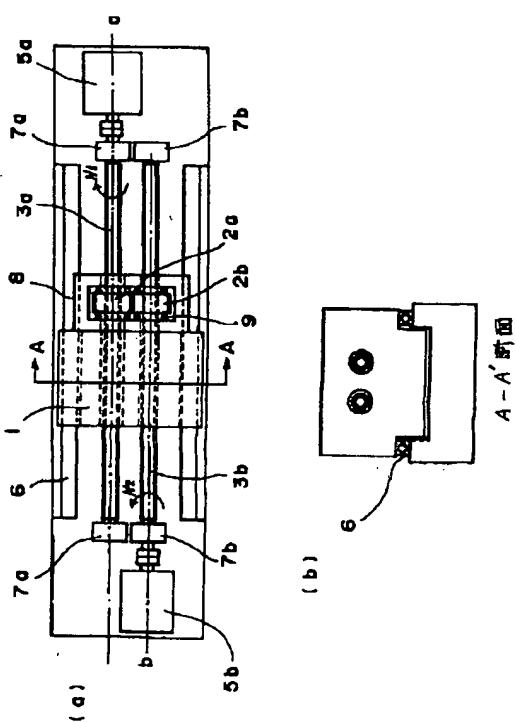
(54)【発明の名称】 差動式重り移動制振装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 高応答でスムーズに重りを応答可能とする。

【構成】 中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中  
高層ビルなどに設置した重り1を振幅移動により制振す  
るアクティブマスダンパーにおいて、上記重り1を駆動す  
るモータ5を少なくとも2台備えるとともに、該2台のモータ5を逆転させることなく常に一定方向に回転し、  
単に回転数を変えて回転数の大小により上記重り1の  
移動方向に変え、回転差の絶対値により上記重り1の  
移動量を変えるようにし、これによって上記重り1をス  
ムーズにかつ高応答に振幅させるものである。

[図1]本発明の第1実施例を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中高層ビルなどに設置した重りを振幅移動により制振するアクティブマスダンパーにおいて、上記重りを駆動するモータを少くとも2台備えるとともに、該2台のモータを互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変に構成したことを特徴とする差動式重り移動制振装置。

【請求項2】 中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中高層ビルなどに設置した重りの振幅移動により制振するアクティブマスダンパーにおいて、互いに平行に並置され、それぞれ上記重り内を回転自在に嵌挿する2組のボールネジと、上記重りに固定されたケース内にそれぞれ軸方向の移動を固定され、回転方向のみ移動自在に支持されるとともに、それぞれ外周に有する歯車を噛み合せた状態で上記ボールネジに螺合する2組のボールネジナットを備え、かつそれぞれ上記ボールネジの端部に接続し、互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変にして上記重りを振幅移動させる少なくとも2台のモータを備えたことを特徴とする差動式重り移動制振装置。

【請求項3】 中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中高層ビルなどに設置した重りの振幅移動により制振するアクティブマスダンパーにおいて、上記重りに固定されたボールネジナットと、該ボールネジナットに螺合するボールネジと、該ボールネジの端部に接続する差動歯車機構を備え、かつ該差動歯車機構にそれぞれ接続するとともに、互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変にして上記重りを振幅移動させる少なくとも2台のモータを備えたことを特徴とする差動式重り移動制振装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、中高層ビルなどが風や地震によって揺れたとき、該中高層ビルなどに設置した重りを振幅移動させて制振するアクティブマスダンパーに係り、とくに、重りを高応答でスムーズに振幅移動させるのに好適な差動式重り移動制振装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の装置は、たとえば日経メカニカル1990年3月5日ページ69「中高層ビルのアクティブ制振技術ボールネジとモーターで重り移動」に記載され、その要部を図6に示すように、重り1と、該重り1に固定されたボールナット2と、該ボールネジナット2に螺合し、軸受7によって回転自在に支持されたボールネジ3と、該ボールネジ3に直動ペアリング6を介して接続する可逆モータ5とから構成されている。つぎに動作について説明する。ボールネジ3を右ネジとし、モータ5を時計針方向に回転させると、重り1は右方向に移動する。またモータ5を反時計針方向に回転させると、重り1は左方向に移動する。したがって、モー

タ5を連続的に時計針方向および反時計針方向に回転させることにより、重り1は左右に振幅移動して中高層ビルなどの揺れを打ち消すように制振する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術では、モータを連続的に正転、逆転を繰返して回転させて重りを振幅移動させるので、たとえばモータをサイリスタレオナード駆動している場合は、正転から逆転にするためにはサイリスタを順変換から逆変換に切換える必要があり、周知のようにその切り替え時間は50~100ms位必要とする。また、その切り替え時間中は無制御状態であるから、大型の制振装置を要求される場合、たとえばモータの容量が数百kW以上となった場合、モータ自身の慣性も大となってオーバーシュートが顕著となり、零回転付近において非線形な応答になる。そのため、重りの振幅移動をスムーズな線形応答で、かつ高応答で実施できないという問題があった。

【0004】 なお、重りを振幅移動させるのに油圧駆動機構を用いることも考えられるが、中高層ビルの屋上に油を持ち込むことは消防法によって禁止されているので、実施することができない。

【0005】 本発明の目的は、高応答でスムーズに重りを応答可能とする差動式重り移動制振装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、第1の発明は、中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中高層ビルなどに設置した重りの振幅移動により制振するアクティブマスダンパーにおいて、上記重りを駆動するモータを少くとも2台備えるとともに、該2台のモータを互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変に構成したものである。

【0007】 上記目的を達成するために、第2の発明は、中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中高層ビルなどに設置した重りに振幅移動により制振するアクティブマスダンパーにおいて、互いに平行に並置され、それぞれ上記重り内を回転自在に嵌挿する2組のボールネジと、上記重りに固定されたケース内にそれぞれ軸方向の移動を固定され、回転方向のみ移動自在に支持されるとともに、それぞれ外周に有する歯車を噛み合せた状態で上記ボールネジに螺合する2組のボールネジナットを備え、かつそれぞれ上記ボールネジの端部に接続し、互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変にして上記重りを振幅移動させる少なくとも2台のモータを備えたものである。

【0008】 上記目的を達成するために、第3の発明は、中高層ビルなどの風や地震による揺れを該中高層ビルなどに設置した重りの振幅移動により制振するアクティブマスダンパーにおいて、上記重りに固定されたボールネジナットと、該ボールネジナットに螺合するボール

ネジと、該ボールネジの端部に接続する差動歯車機構を備え、かつ該差動歯車機構にそれぞれ接続するとともに、互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変にして上記重り振幅移動させる少なくとも2台のモータを備えたものである。

#### 【0009】

【作用】第1の発明によれば、少なくとも2台のモータを互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変に構成したので、2台のモータの回転数の大小を交互に変えることによって重りの移動方向が変化し、また2台のモータの回転差の絶対値を変えることによって重りの移動量が変化する。したがって、少なくとも2台のモータを逆転させることなく常に一定方向に回転し、単に回転数を変えるのみで重りを振幅移動させることができ、これによって、モータを逆転させるための電源の極性の切換が不要となってデットバンドを防止することができ、かつ少なくとも2台のモータを用いることにより、容量の大きい1台のモータを用いた場合に慣性が大きいため、オーバーシュートが発生するのを防止することができ、重りをスムーズにかつ高応答に振幅させることができる。

【0010】第2の発明によれば、互いに平行に並置され、それぞれ上記重り内を回転自在に嵌挿する2組のボールネジと、上記重りに固定されたケース内にそれぞれ軸方向の移動を固定され、回転方向のみ移動自在に支持されるとともに、それぞれ外周に有する歯車を噛み合せた状態で上記ボールネジに螺合する2組のボールネジナットを備え、かつそれぞれ上記ボールネジの端部に接続し、互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変にして上記重りを振幅移動させる少なくとも2台のモータを備えたので、簡単な構成にて、重りをスムーズに線応答で、かつ高応答に振幅させることができる。

【0011】第3の発明によれば、上記重りに固定されたボールネジナットと、該ボールネジナットに螺合するボールネジナットと、該ボールネジの端部に接続する差動歯車機構を備え、かつ該作動歯車機構にそれぞれ接続するとともに、互いに回転数の大小および回転差の絶対値を可変にして上記重りを振幅移動させる少なくとも2台のモータを備えたので、歯車比の変更範囲を拡大し、重りの移動量の範囲を拡大することができ、かつ2台のモータを同一方向に並置でき、据置面積を小さくすることができる。

#### 【0012】

【実施例】以下、第1および第2の発明の一実施例を示す図1乃至図3について説明する。図1において、1は重りにして、下面両端部を基台10に固定された直動ペアリング6にて摺動自在に支持され、一端面に固定したボールネジナット用ケース28内には、図2に拡大詳細を示すように、2組のボールネジナット2a, 2bが軸方向の移動を固定し、回転方向のみ移動自在に設けられている。該2組のボールネジナット2a, 2bはそれぞれ

外周に一体に形成された歯車が互いに噛み合っているとともに、上記ボールネジナット用ケース8に固定されたスラストペアリング9に回転自在に支持されている。3a, 3bは組のボールネジにして、それぞれ両端部を軸受7a, 7bにて回転自在に支持されるとともに、上記2組のボールネジナット2a, 2bを互いに噛み合った状態で螺合している。5a, 5bはモータにして、上記基台10上の両端部に固定されるとともに、上記ボールネジ3a p 3bの反対側端部にカップリング11を介して接続されている。また上記モータ5a, 5bはそれぞれ、回転数および量モータ5a, 5bの回転差の絶対値が可変に構成されている。つぎに動作について説明する。

【0013】今、一方のボールネジ3aの回転数をN<sub>1</sub>、他方のボールネジの3bの回転数をN<sub>2</sub>、2組のボールネジナット2a, 2bの回転数をN<sub>3</sub>として、それぞれのボールネジ3a, 3bとボールネジナット2a, 2bとの間の移動距離をl<sub>a</sub>, l<sub>b</sub>とすると、

$$l_a = K(N_1 - N_3) \dots \dots \dots (1)$$

$$l_b = K(N_2 - N_3) \dots \dots \dots (2)$$

ただし、Kはボールネジ3a, 3bとボールネジナット2a, 2bとの間の1回転当たりの移動距離係数、となる。2組のボールネジナット2a, 2bはボールネジナット用のケース8にて移動を固定されているので、ボールネジナット用ケース8全体の移動距離をLとすると、

$$L = l_a + l_b \dots \dots \dots (3)$$

であり、かつl<sub>a</sub>とl<sub>b</sub>の極性(移動方向)は同一となるようしか動きようがない。この条件から、今N<sub>1</sub> > N<sub>2</sub>とすれば、N<sub>1</sub> > N<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> < N<sub>3</sub>の関係でボールネジナット2a, 2bは自転する。この関係と上記式

(1) ~ (3)により、重り1の移動距離Lは

$$L = K / 2 \cdot (N_1 - N_2) \dots \dots \dots (4)$$

となる、したがって、2台のモータ5a, 5bそれぞれの回転数を可変にすることにより、両モータ5a, 5bの回転差の絶対値が可変になる、すなわち、重り1の移動距離Lの絶対値が可変となり、かつ両モータ5a, 5bの回転数の大小の関係を連続的に反転することにより回転差の回転方向が反転し、重り1はボールネジ3a, 3bにそうて左右軸方向に振幅移動する。なお、モータ5a, 5bを回転数を可変にするには、たとえば、モータ5a, 5bが直流の場合には、サイリスターにより、また交流の場合には、インバータにより容易に実施することができる。

【0014】上記のように2台のモータ5a, 5b、2個のボールネジナット2a, 2b、および2個のボールネジ3a, 3bとが関係にある。さらに詳述すると、ボールネジ3a, 3bを右ネジに形成し、一方のボールネジ3aと時計針方向に回転したとすれば、他方のボールネジ3bを反時計針方向に回転することにより、ボールネジナット用ケース8内のボールネジナット2a, 2b

が互いに噛み合った状態で逆方向に自転しながら、ボールネジ3a, 3bの回転差に応じボールネジナット用ケース8を介して重り1を前記式(4)により移動する。このときの移動距離しは前記式(4)にて算出される。

【0015】また、図3に示すように、重り1を正弦波状に振幅移動させたい場合には、モータ5a, 5bの回転数をそれぞれN<sub>1</sub> = N<sub>2</sub>で示すように可変すればよい、すなわち、図3において、N<sub>1</sub> = N<sub>2</sub>の状態から、時間t<sub>1</sub>区間ではN<sub>1</sub>を正弦波状に増加し、N<sub>2</sub>を逆に減少させれば、N<sub>1</sub>は(イ)となり、重り1の移動は(0)となる。ついで、時間t<sub>2</sub>区間ではN<sub>1</sub>を正弦波状に減少し、N<sub>2</sub>を逆に増加させれば、N<sub>1</sub>は(ハ)となり、重り1の移動は(=)となる。したがって、モータ5a, 5bを逆転させることなく、一定方向のみに回転し、その回転数のみを単に交互に増減させることにより重り1の振幅移動が可能となり、その移動量は両モータ5a, 5bの回転差によって決定されることになるので、中高層ビルなどの風や地震による揺れを打ち消すよ\*

$$N_1 = b/c [(1+a/b) N_1 - d/b, N_2] \dots (5)$$

となる。a ~ bを適当な組合せの歯数とすれば上記式

(5)は

$$N_1 = N_1 - N_2 \dots (6)$$

となり、N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>を可変することにより、N<sub>1</sub>を可変することができる。また、N<sub>1</sub> > N<sub>2</sub>, N<sub>1</sub> < N<sub>2</sub>でN<sub>1</sub>の回転方向が逆転する。そのため、2台のモータ5a, 5bのそれぞれの回転数を可変することにより回転差の絶対値を可変し、かつ両モータ5a, 5bの回転数の大小の関係を連続的に反転させることにより、重り1はボールネジ3にそろて左右軸方向に振幅移動する。すなわち、ボールネジ3を右ネジにすると、ボールネジ3が時計針方向の回転で重り1は右方向に、反時計針方向で左方向に移動する。そしてボールネジ3の回転数N<sub>1</sub>は前記式(6)のとおりであるからして、N<sub>1</sub> > N<sub>2</sub>のとき+N<sub>1</sub>で重り1が右方向に移動するとすれば、N<sub>1</sub> < N<sub>2</sub>のときは-N<sub>1</sub>で重り1が左方向に移動することになる。また、N<sub>1</sub>の絶対値すなわち、重り1の移動量はN<sub>1</sub>との回転差によって決定されることになる。たとえば、重り1を正弦波形に振幅移動させる場合には、前記図3に示すように、モータ5a, 5bの回転数N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>のように可変すれば、重り1は正弦波状に振幅移動する。

【0018】したがって、本実施例は前記第1実施例の効果を有する以外に遊星歯車機構を設けたことにより歯車比の変更範囲が拡大されるので、重りの振幅移動量の制御範囲が拡大される。また、2台のモータを同一方向に駆動しているので、据置面積を小形化することができる。

【0019】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されて

\*うに重り1を振幅移動させるように、モータ5a, 5bをたとえば前記図3に示すように駆動すれば、アクティマスダンパー制振装置として動作することができる。

【0016】つぎに、第1および第3の発明の実施例を示す図4, 図5について説明する。

【0017】図3に示すように、本実施例においては、重り1の一端面に直接1組のボールネジナット2を固定し、該ボールネジナット2に螺合する1組のボールネジ3がカップリング11および差動歯車装置4を介して上記重り1の移動方向の対し並設する2台のモータ5a, 5bに接続している。また、上記差動歯車装置4はその拡大詳細を図5に示すように、太陽歯車A、遊星歯車B: 内歯車CおよびピニオンDとから構成され、上記一方のモータ5aの回転数N<sub>1</sub>で遊星歯車Bに公転を与え、他方のモータ5bの回転数N<sub>2</sub>でピニオンDを介して太陽歯車Aに回転を与え、内歯車Cの回転でボールネジ3の回転N<sub>1</sub>を与えるようにしている。上記N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>の関係は

$$N_1 = b/c [(1+a/b) N_1 - d/b, N_2] \dots (5)$$

いるので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0020】第1の発明によれば、モータを逆転させることなく一定方向に回転し、その回転数を単に変えるのみで重りを振幅移動させることができるので、モータを逆転させるための電源の極性の切換が不要となってデットバンドを防止することができ、かつ2台のモータを用いているので、容量の大きい1台のモータを用いた場合に慣性が大きいため、オーバーシュートが発生するのを防止することができる。したがって、重りをスムーズにかつ高応答は振幅させることができる。

【0021】第2の発明によれば、重りをスムーズに線応答でかつ高応答に振幅させることができる。

【0022】第3の発明によれば、歯車比の変更範囲が拡大し、重りの移動量の範囲を拡大することができる。また、少なくとも2台のモータを同一方向に並置することができるので、据置面積を小形化することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示し、そのaは平面図、そのbはaのA-A'矢視断面図、

【図2】図1に示すケース部分の拡大図を示し、そのaは平面図、そのbはaのB-B'矢視断面図、

【図3】モータの回転および回転差と重りの移動説明図

【図4】本発明の第2実施例を示し、そのaは平面図、そのbはaのA-A'矢視断面図、

【図5】図4に示す差動歯車装置の内部機構説明図、

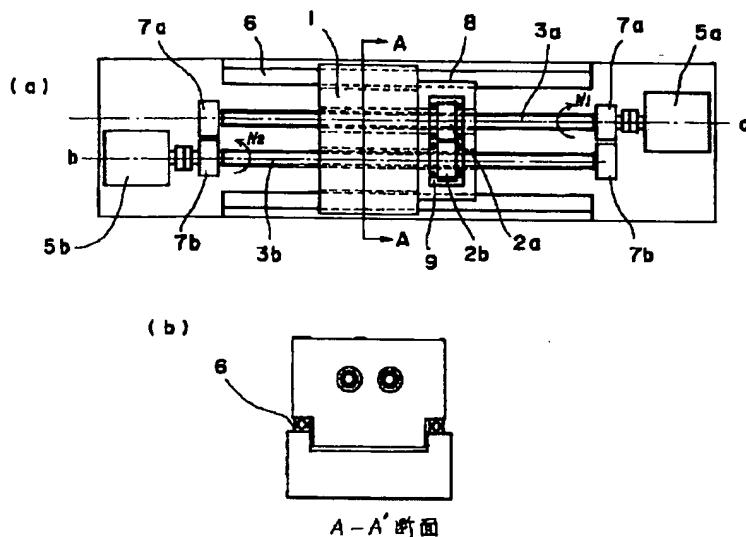
【図6】従来技術を示す図、

#### 【符号の説明】

1…重り、2…ボールナット、3…ボールネジ、4…差動歯車装置、5…モータ、6…直動ペアリング、7…軸受、8…ボールネジナット用ケース。

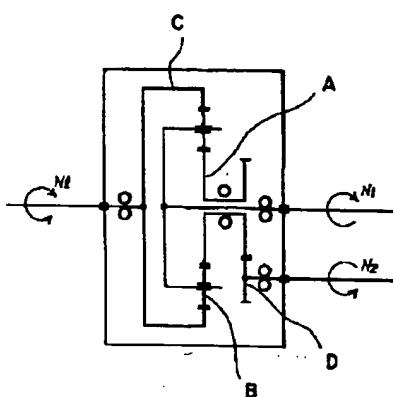
【図1】

【図1】本発明の第1実施例を示す図



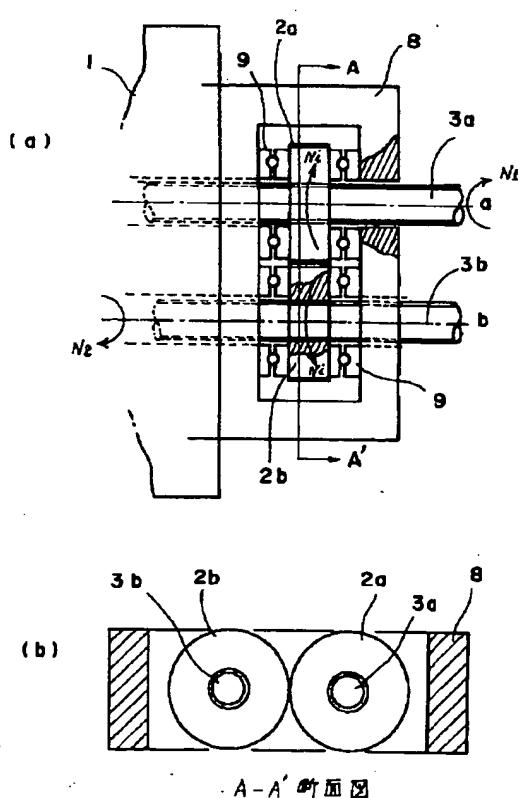
【図5】

【図5】差動歯車装置の内部機構を示す説明図



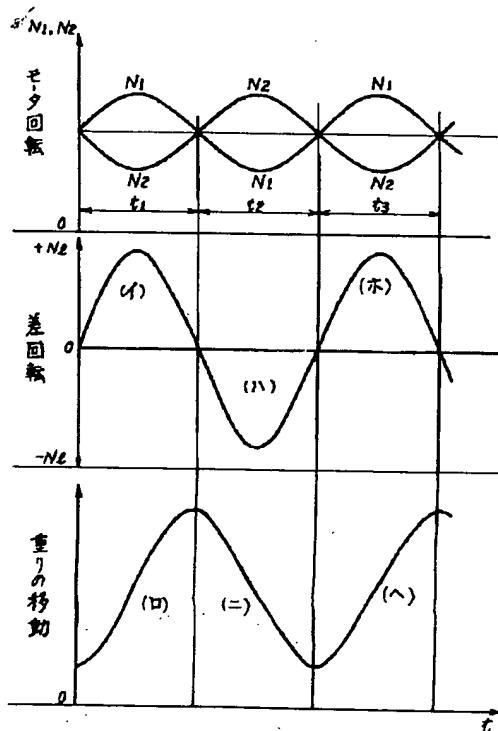
【図2】

【図2】ケース部分の拡大図



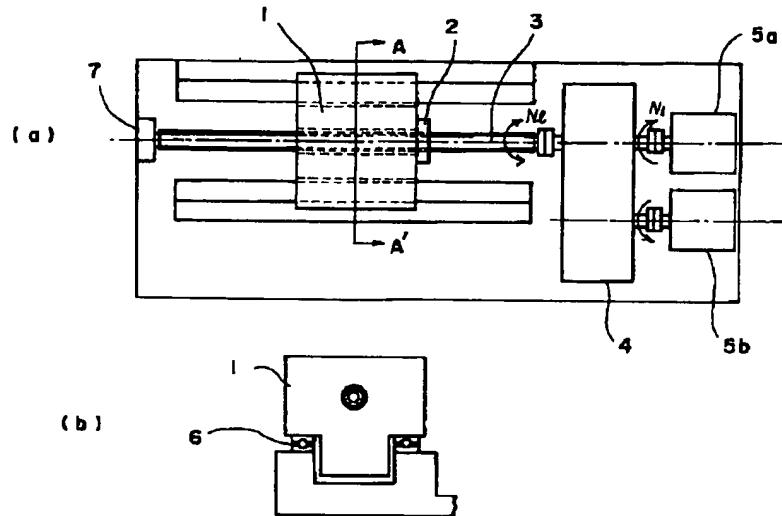
【図3】

【図3】モータの回転および回転差と重りの移動説明図



【図4】

【図4】本発明の第2の実施例を示す図



【図6】

【図6】従来技術を示す図

